

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ ДЕФЕКТА ТИПА ПОРЫ ПРИ СОРТОВОЙ ПРОКАТКЕ МЕДИ МЕТОДОМ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

*Постыляков А. Ю.\**

*Руководитель - Логинов Ю. Н., д.т.н., профессор\*\**

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования «Уральский федеральный  
университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»  
г. Екатеринбург,

[a.i.postyliakov@urfu.ru](mailto:a.i.postyliakov@urfu.ru)\*, [j.n.loginov@urfu.ru](mailto:j.n.loginov@urfu.ru)\*\*

В работе выполнено исследование формоизменения дефекта типа поры, расположенной на контактной поверхности медной заготовки прямоугольного поперечного сечения в процессе сортовой прокатки с использованием ящичного калибра. Установлено, что увеличение размера поры происходит преимущественно в направлении вытяжки, а уменьшение – в направлении обжатия и уширения.

Анализируется процесс производства медной катанки с применением технологии CONTIROD.

Литая заготовка перед первым проходом прокатки отличается существенной неоднородностью химического состава, механических свойств, а также макро- и микроструктуры [1]. Последнее выражается в наличии у заготовки ярко выраженного дендритного строения и многочисленных пор, формирование которых связано с характером теплоотвода и газовыделения при её кристаллизации, подробно описанных в статьях [2, 3]. Характер формоизменения дефектов литейного происхождения в процессе прокатки, а именно их возможное нивелирование (закрытие) или наоборот развитие, очевидно будет во многом зависеть от установленных режимов деформации, в свою очередь определяющих напряженное и деформированное состояние в каждом конкретном проходе. Таким образом, комплексное исследование поведения дефектов в процессе прокатки в совокупности с анализом напряженно-деформированного состояния [4], а также последующее установление оптимальных режимов деформации, например, посредством изменения формы калибра [5], имеет важное практическое значение с точки зрения обеспечения качества готовой катанки и представляет собой актуальную задачу.

Изучению подвергался первый проход прокатки непрерывно-литой медной заготовки, ширина и высота которой равны соответственно 120×70 мм, выполняемый в ящичном (прямоугольном) калибре. Состояние всех дефектов литейного происхождения в заготовке перед прокаткой расценивалось как исходное (недеформированное), что и обусловило выбор именно первого прохода в качестве объекта исследования.

Конечно-элементное моделирование процесса прокатки производили в программном комплексе DEFORM. Общие вопросы постановки похожей задачи с учетом симметрии процесса были описаны ранее в статьях [4, 5]. Модель заготовки представляет собой прямоугольный параллелепипед длина, ширина и высота которого составляют 150×60×35 мм. Полусфера диаметром Ø 6 мм, имитирующая наружный литейный дефект типа поры, расположена на расстоянии 35 мм от переднего торца модели заготовки на её продольной линии симметрии.

Характер формоизменения поры при моделировании прокатки приведен на рис.1.

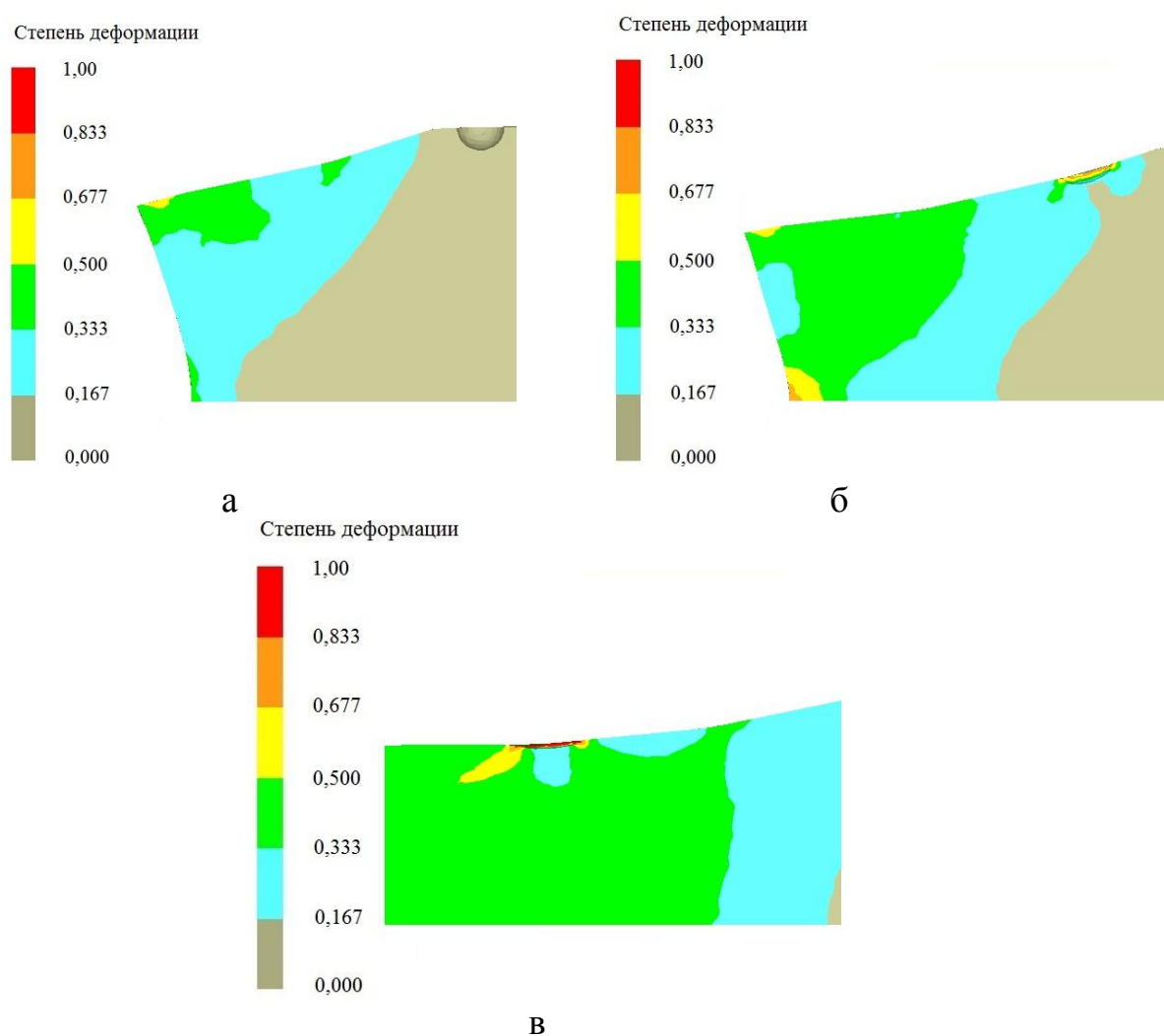


Рис.1. Характер формоизменения поры, расположенной на контактной поверхности заготовки при моделировании прокатки в последовательности а – в

Видно, что практически сразу после попадания поры в очаг деформации происходит её интенсивное обжатие по высоте и вытягивание в длину. Окончательной формой поры (в трехмерном пространстве) является

полуэллипсоид. Полного её разглаживания при этом не происходит. Также можно наблюдать наличие существенной неоднородности распределения степени деформации в области расположения поры, что совпадает с выводами статей [6 – 8].

Кроме того выявлено, что в процессе деформации увеличение размера поры, расположенной на контактной поверхности заготовки, происходит преимущественно в направлении вытяжки, а уменьшение – в направлении обжатия и уширения.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Логинов Ю.Н., Илларионов А.Г., Демаков С.Л., Иванова М.А. Мысик Р.К., Зуев А.Ю. Неоднородность структуры непрерывно-литой меди. Литейщик России. 2011. № 11. С. 28 – 32.
2. Логинов Ю.Н., Мысик Р.К., Смирнов С.Л., Брусницын С.В., Сулицин А.В., Груздева И.А. Анизотропия механических свойств дендритной структуры непрерывно-литой кислородосодержащей меди // Процессы литья. 2009. № 3. С.50 – 58.
3. Логинов Ю. Н., Зуев А. Ю. Формоизменение и сопротивление деформации анизотропной непрерывно-литой меди // Прокатно-волочильное производство. 2011. № 1. С. 32 – 37.
4. Постыляков А.Ю., Логинов Ю.Н. Расчет деформированного состояния медной полосы при горячей сортовой прокатке. Научные труды X-ой международной научно-технической конференции «Пластическая деформация металлов». Днепропетровск : Акцент ПП, 2014. С. 91 – 94.
5. Постыляков А.Ю., Логинов Ю.Н. Исследование влияния размера выпуска калибра на деформированное состояние полосы методом МКЭ-моделирования. Материалы XV международной научной конференции «New technologies and achievements in metallurgy, material engineering and production engineering». Ченстохова : Политехника Ченстоховска, 2014. С. 276 – 279.
6. Логинов Ю.Н., Еремеева К.В. Поведение при прокатке дефекта типа поры, примыкающей к поверхности полосы. Производство проката. 2008. № 10. С. 2 – 6.
7. Логинов Ю.Н., Еремеева К.В. Влияние типа пластической деформации на видоизменение одиночной поры. Деформация и разрушение материалов. 2011. № 4. С. 40 – 44.
8. Логинов Ю.Н., Еремеева К.В. Моделирование поведения поры при плоской прокатке. Теория и практика производства листового проката. Липецк, ЛГТУ, 2008. Ч.2. С.95 – 100.